DOCUMENT RESUME

ED 247 095 SE 044 691

TITLE	Science for Every Student: Educating Canadians for Tomorrow's World. Summary of Report 36 = A l'ecole des Sciences. La Jeunesse Canadienne Face a Son Avenir. Abrege du Rapport 36.
INSTITUTION	Science Council of Canada, Ottawa (Ontario).
PUB DATE	[84]
NOTE	28p.; For the full report see SE 044 681; for the background study, see ED 243 666-668.
AVAILABLE FROM	Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, Hull, Quebec K1A 0S9 (cost for full report, $5.25; orders outside Canada $6.30).
PUB TYPE	Reports - Descriptive (141) -- Multilingual/Bilingual Materials (171)
LANGUAGE	English; French
EDRS PRICE	MF01/PC02 Plus Postage.
DESCRIPTORS	*Curriculum Development; *Educational Improvement; *Educational Objectives; Elementary School Science; Elementary Secondary Education; *Science Curriculum; *Science Education; Science Instruction; Secondary School Science; Teacher Education
IDENTIFIERS	*Canada; *Science Education Research

ABSTRACT

The Science Council of Canada conducted a 4-year study on science education in Canadian elementary and secondary schools. The study reached the conclusion that renewal science education is essential. This report analyzes the study's findings and presents recommendations for bringing about this renewal. The report is organized in four sections. The first section examines why science should be studied, considering science for the informed citizen, for further education, for the world of work, and for personal development. The second section discusses science for every student, and issues related to the intended curriculum, the planned curriculum, and the taught curriculum. The third section discusses eight ways in which the renewal of science education can be initiated. They include providing science education for all elementary school students, encouraging girls to continue science throughout their schooling, making sure that science education includes how science, technology and society interact, and the inclusion of technology courses in the secondary school curriculum. The fourth section presents some of the recommendations for facilitating the renewal of science education, including those related to teachers/teacher education, resources, and curriculum development. (JN)

****
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
****

Science Council of Canada

Conseil des sciences du Canada

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)

☑ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.

☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.

• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official NIE position or policy.

Summary of Report 36

Science for Every Student

Educating Canadians for Tomorrow's World

ED247095

"PERMISSION TO REPRODUCE THIS MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY

Margaret Dorning

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)."

SE044691

The complete text of Report 36, *Science for Every Student,* is available from:

Canadian Government Publishing Centre
Supply and Services Canada
Hull, Quebec
K1A 0S9

Please enclose a cheque or money order for $5.25, made payable to the Receiver General for Canada, with your request. For orders from outside Canada, the price of this publication is $6.30.

1. Elementary schools must provide science education for all their students

2. Girls must be encouraged to continue with science throughout their schooling

3. High achievers and science enthusiasts must receive greater challenge

4. Science education must provide a more accurate view of the practice, uses and limitations of science

5. Science education must include study of how science, technology and society interact

6. Students must be taught how Canadians have contributed to science and how science has affected Canadian society

7. Technology courses must be included in the secondary school curriculum

8. Teachers and curriculum planners must evaluate students' progress towards *all* the goals of science education, not just their learning of scientific content

Canada's future citizens and decision-makers are in school today. When they leave, they will face a world made daily more complex by rapid scientific and technological developments. To cope with such a world, Canadians must be literate not only in the traditional basics of language and mathematics, but also in the new basics of contemporary society: science and technology.

How well is Canada's educational system equipped to meet the need for scientific literacy for all? Do students receive enough science education? Is it appropriate to individual needs? Are some groups - girls, for instance - neglected? What science should students be taught and how should it be taught to them? What indeed are the aims of science education?

To answer questions of this kind, the Science Council of Canada embarked on a four-year study of science education in Canada's elementary and secondary schools. The study, which involved an extensive research program and consultation with many groups inside and outside the educational system, reached this conclusion: renewal in science education is essential. Now.

In Report 36, *Science for Every Student: Educating Canadians for Tomorrow's World*, the Science Council analyzes the study's findings and presents recommendations for bringing about this renewal. The report is organized in four sections:

- Why Study Science?
- Science Education Now
- Opportunities for Renewal
- Strategies for Implementation

Why Study Science?

A significant part of the Science Council's study consisted of consultation with all the groups that have an interest in science education: educators, ministry and school board officials, parents, students and others. This process revealed an emerging consensus on the purposes of science education. Science education, it was generally agreed, can benefit all students. But the fullest benefits will only be realized from a science education appropriate to individual needs and designed to enable students to:

- participate fully in a technological society as informed citizens;
- pursue further studies in science and technology;
- enter the world of work;
- develop intellectually and morally.

Science for the Informed Citizen

In an age of technology, this aim of science education must be among the most important. If members of society fail to understand the interaction of science, technology and society, they lose control of the most potent forces shaping their world.

International momentum towards a science education that incorporates such a science-technology-society (STS) emphasis is growing. The Canadian contribution in this direction is already significant, and it seems likely that the STS dimension will become firmly established in Canadian science education.

Science for Further Education

Historically, one of the major functions of schooling has been to prepare students to enter university or college. Now, educators are beginning to broaden the meaning of postsecondary study to encompass lifelong learning, and consequently to ask what kind of preparation is appropriate for this.

Ideally, science education is a preparation and encouragement for students to learn about science throughout their lives. Science studies should be linked not only to previous and subsequent science learning but also to other areas of study. Moreover, students should not be passive recipients of scientific information but actively critical of science itself. A science program based on these goals can prepare students for a lifetime of learning and enable them to examine their own knowledge critically.

Science for the World of Work

Society needs trained workers and individuals need employment. Because technology will be a factor in the careers of many students, they must learn how technology will influence the nature of work, the workplace and career opportunities in the future.

Science education must not be restricted to a presentation of information but should offer the student real problems that can be solved by processing information in a creative way. In the future, many jobs will involve the ability to use available information, not just the ability to acquire and retain it.

Science for Personal Development

Science education can contribute to the development of rationality and the ability to think critically. As a discipline that uses rational argument and critical thinking (along with the arts and humanities), science can be the means by which students develop skills

such as observing, classifying and hypothesizing. Moreover, because the concepts of science can be used to explain so much, science education can help students understand and control their world. For science education to promote intellectual growth, its teaching must start where the child is in terms of skills and knowledge.

Science Education Now

Science for Every Student bases its conclusions on an extensive database on science education in Canada, compiled over the course of four years of research by the Science Council.

The research was designed to examine the science curriculum at three levels:

- the intended curriculum, that prescribed by ministries of education, was analyzed by an examination of curriculum guidelines published by each province or territory;
- the planned curriculum, that developed by school boards and individual teachers, was the subject of a survey of Canadian science teachers and a review of the prefaces of science textbooks;
- the taught curriculum, that experienced by the students in the classroom, was investigated by an analysis of the content of 33 commonly used science textbooks and eight case studies of science teaching in various parts of Canada.

(A fourth level, the learned curriculum, would have required an evaluation of students' achievements in science. Because student evaluation was regarded by provincial ministries of education as their own prerogative, the Science Council agreed not to analyze the science curriculum at this level.)

The Intended Curriculum

The four aims of science education described on page 2 appear in most curriculum guidelines. However, no particular order or priority is given to the aims stated.

Although aims regarding the relation of science and technology to society and the world of work are usually included in the guidelines, curriculum resources and evaluation methods geared to these objectives are often unavailable. Any renewal of science education will require the development of appropriate teaching resources and methods of evaluation for each objective of science education.

The Planned Curriculum

In the absence of clear priorities for science education aims at the ministry level, school boards and teachers choose what objectives will be emphasized in the classroom. In general, the Science Council's survey showed that at the early and middle years, teachers stress the development of scientific skills and attitudes, and at the senior years, the learning of science content. Technology, the social context of science, or the history of science in Canada are not systematically covered in science courses, usually because of a lack of time, or because teachers feel that they do not have the academic training needed to teach with these emphases.

The Taught Curriculum

The Science Council's examination of 33 science textbooks showed that most of the texts in use stress only the learning of science content and the acquisition of scientific skills. A few at the middle level include material about the interaction of science, technology and society; however, most of the senior-level textbooks concentrate on the structure of each scientific discipline. Laboratory work prescribed by textbooks is highly structured and there are few opportunities for class discussion.

Eight case studies of science teaching indicated significant variations between ministry guidelines and classroom practice. Science at the early years is often taught without adequate facilities, and only rarely is a period in the timetable set aside specifically for the subject. At the middle and senior levels, the learning of science content is considered to be all that time allows. Preparation for further study is the aim most in evidence.

The study revealed a number of other problems. For example:

- most teachers of science at the elementary level are inadequately prepared for science teaching; 75 per cent have not taken a science course since high school;
- inservice education opportunities are, for the majority of science teachers, either nonexistent or of little value;
- many girls give up science subjects as soon as possible;
- students interested in science or who are particularly high achievers complain of a lack of challenge in science courses;
- most tests and examinations measure only how much scientific information a student has learned; other objectives are not evaluated and thus have little importance to students.

Opportunities for Renewal

Renewal in science education can and should build on existing strengths. During its study, the Science Council saw many examples of dedicated, innovative, and successful science teaching, curriculum development and teacher education (to note but three areas of science education) in every province and territory of the country.

Based on the study's findings, the Council has identified eight ways in which the renewal of science education can be initiated. These can be divided into three groups:

- Science education for all
- Redirecting science education
- Monitoring science education

Science Education for All

To ensure that *all* children receive an appropriate high-quality science education, the Science Council proposes three initiatives.

1. *Guaranteeing science education in every elementary school:* Science education should be provided for all children in elementary schools in Canada. It is already written policy. Now it must be put into practice.

Most children from kindergarten to the end of elementary school receive only a token education in science. The subject is relegated to a minor position: it is not taught by specialists nor is it given special facilities or scheduling.

Much needs to be done: training for teachers who have no scientific background; support for those who do teach some science; provision of adequate supplies and facilities; preparation of appropriate curriculum materials.

2. *Increasing the participation of young women in science education:* Measures should be taken by educators to ensure that girls have improved opportunities and greater encouragement to participate fully in science and technology education.

Parental attitudes strongly influence how girls see themselves in relation to science. Nonetheless, schools can help girls develop a positive outlook: the elementary curriculum should take the child's preschool experiences (or lack of them) into account; teachers can avoid classroom practices that reinforce male stereotypes; emphasis on the science-technology-society interaction can show that science has a human dimension; teaching materials, especially textbooks,

can include accounts of the work of women scientists and inventors; career counsellors can make girls aware of the need to plan a career and of the opportunities open to them in the science and technology field.

3. *Challenging high achievers and science enthusiasts:* Students with a high ability or special interest in science and technology should have program provisions made to encourage and challenge them to further inquiry.

Some students need more challenge to reach their full potential in science education. Gifted children are one of society's most valuable resources and should not be neglected. Students highly motivated in science also need a stimulating program that encourages them to further inquiry. For these students, educators can provide enrichment programs or even, where appropriate, schools that particularly feature science and technology subjects within a general education program.

Redirecting Science Education

To reorient science education, the Science Council recommends the following initiatives.

4. *Presenting a more authentic view of science:* The view of science and technology presented to students should include historical, social and philosophical dimensions.

Teaching about the history of science and technology, particularly that of Canada, will show students how the social and political climate can determine whether scientific activity is valued or ignored, and whether the results of research are well used. Future scientists will gain a more realistic view of their prospective careers, and future citizens will develop more realistic expectations of science and technology and will be able to base their political and social decisions on a sound knowledge of how science and technology function.

Moreover, studying the history of science provides opportunities to reflect on scientific knowledge and promotes values such as respect for knowledge, humility, perseverance, cooperation, critical judgement, and striving for excellence.

5. *Emphasizing the science-technology-society connection:* Science should be taught at all levels of school with an emphasis and focus on the relationships of science, technology and society in order to increase the scientific literacy of all citizens.

The Science Council strongly believes that future citizens need to understand science and technology and the impact of both of these on Canadian society. This training needs to be given top priority at all levels of schooling

Young children need to learn about science through experiences in their immediate environment. Junior high students can begin to appreciate that scientific activities give rise to choices; and making these choices involves value decisions on a personal and societal level. In the senior years, students can become more aware of public issues related to science and technology and of the political choices involved.

6. *Setting science education in a Canadian context:* Science education in elementary and secondary schools should take into account the Canadian reality. Every Canadian student should know some of the history of science and technology in Canada and appreciate the importance of Canadian science and technology activity at local, regional and national levels.

Canadian children learn virtually nothing about the accomplishments and impact of science in their own country. The Council believes that science should be set in a Canadian context that includes both historical and social dimensions. Students need to learn how science and technology have helped shape this country and about the landmarks in our scientific heritage.

7. *Introducing technology education:* Technology education should form a greater proportion of secondary school education for all students.

Education should be more closely related to the world of work, not only in the context of vocational training, nor simply for non-academic students, but in an intellectually challenging form designed for all students. Students must become more aware of the use of knowledge to satisfy human needs, and they must also learn the basic skills of technology.

Monitoring Science Education

If the educational system is to receive the support it needs, the public must be convinced that schools are performing effectively. To this end, the Science Council proposes one final initiative.

8. *Ensuring quality in science education:* Assessment techniques must be developed and implemented for all the objectives of science education to inform individual students about their progress and to monitor the effectiveness of provincial science education systems.

When achievement of educational goals is not measured, those goals are not valued by students, teachers or the public; this fact has been well documented. Most examinations and tests in science courses assess how much scientific knowledge has been acquired by the student. Consequently teachers and students treat the other objectives as unimportant extras to be attended to if time allows. And, as every teacher knows, time rarely does allow.

Tests must be designed to measure all the various science goals, even though progress towards some goals is difficult to evaluate. Of particular importance are assessment instruments to measure progress towards the development of creativity, problem-solving skills, and an understanding of the interaction of science, technology and society.

Strategies for Implementation

These recommendations are the central conclusions of the Council's study. But changes in education are often agreed to in principle, even stated in government policy, and yet fail to become established in practice. It is not enough to agree on *what* needs to be done; strategies for *how* to effect change are also needed so that the efforts of many individuals and groups can be effectively deployed. Accordingly, the Science Council presents 47 specific suggestions for facilitating the renewal of science education. These are arranged in seven groups as follows.

Curriculum Leadership: Ministries of Education

Ultimately, responsibility for education lies with the ministers of education and any process of renewal must be sanctioned and encouraged by them. Among 13 recommendations directed to the ministries are the following:

- increasing the proportion of time spent on science at elementary school to 15 per cent (45 minutes per day);
- developing technology courses for secondary schools;
- setting up an inter-provincial test-item bank;
- requiring all students to take science until grade 11.

Curriculum Leadership: School Boards and Schools

School boards are responsible for the implementation of ministry of education programs and for operating the school systems. The report contains five recommendations for this level, including:

- setting up, where numbers warrant, high schools of science and technology.

Human Resources

Of crucial importance to science education are the number and quality of science teachers. Among the 12 recommendations related to teachers and teacher education are:

- subject-specific teaching certificates;
- school-focussed inservice education programs;
- improved planning of preservice teacher education by universities;
- special summer institutes to upgrade elementary school teachers.

Instructional Resources

Teachers must have the necessary tools for science teaching. The Science Council has five recommendations in this area. These include:

- a Canadian foundation for science and technology education to help develop new curriculum materials;
- a centre for research and development in computer-aided learning.

External Resources

Many organizations and groups outside the school can support the work of science teachers. The Council makes nine suggestions including the following:

- a federally sponsored national information program stressing the need for young women to participate in science and technology;
- a program of awards for excellence in science education to be offered by the Royal Society of Canada.

Research Resources

Several of the Science Council's recommendations require further research. The report contains three recommendations in this area including:

- an interprovincial network of researchers who study methods of teaching about science, technology and society.

The major thrust of these strategies is towards facilitating renewal of science education at the classroom level. Renewal must be rooted in the schools, it must be linked to the professional growth of science educators, and it must be supported by the public and outside agencies with a concern for science education.

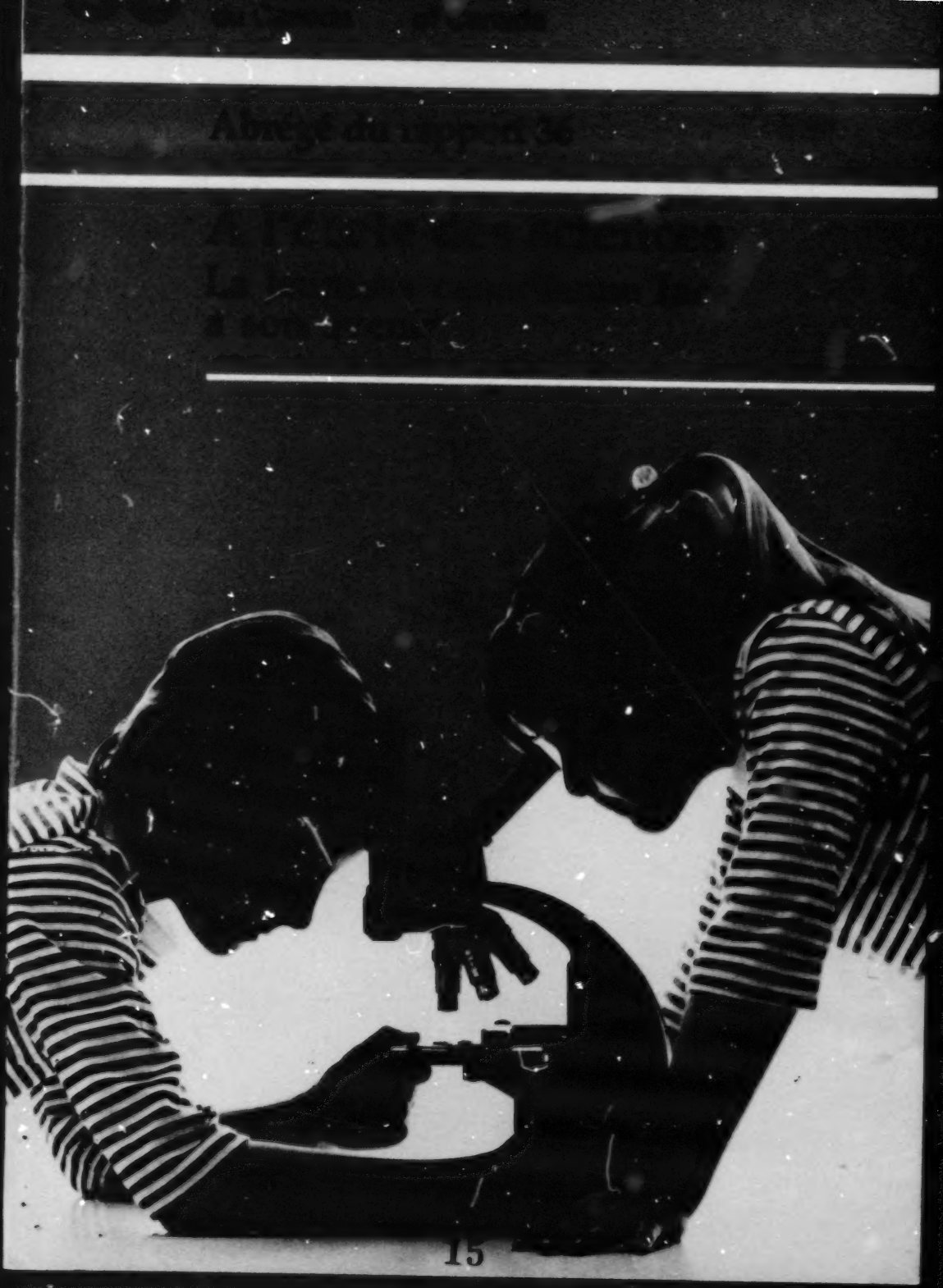
The 47 recommendations contained in the report are concrete, practical and immediately applicable. Their implementation is essential if science education is to succeed in preparing Canadian students for tomorrow's world. Educators cannot act alone: only in a climate of support and cooperation can renewal become a reality.

The report summarized here, *Science for Every Student: Educating Canadians for Tomorrow's World*, is the product of a four-year study by the Science Council of Canada of science education in elementary and secondary schools.

The study, conducted with the cooperation of the Council of Ministers of Education, Canada and the science teaching profession, had three phases. The first, issue identification, entailed critical reviews of contemporary science education by well-informed observers. The issues raised provided an agenda for the research and deliberation that followed.

The research phase consisted of four major projects: an analysis of science curriculum policies from all provinces and territories; an analysis of 33 commonly used science textbooks; a survey of more than 4000 science teachers; and eight case studies of science teaching in schools in all parts of Canada. The results of this research program constitute a substantial database of Canadian science education and are published in Background Study 52, *Science Education in Canadian Schools*.

In the third and crucial phase of the study, more than 300 individuals - ministry officials, school administrators, teachers, university faculty, employers, trade unionists, parents and students - came together in a series of 11 deliberative conferences to debate future directions for science education in their province or territory. Their discussions and suggestions for what needs to be done to renew science education provided the Science Council a firm base on which to prepare this report.



Le texte intégral du rapport 36, *A l'école des sciences*, est disponible auprès du:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull (Québec)
K1A 0S9

Veuillez joindre un chèque ou un mandat postal de 5,25 $, payable au Receveur général du Canada, à votre commande. Pour les commandes venant de l'étranger, le prix de cette publication est 6,30 $.

Actions prioritaires pour le renouveau de l'enseignement des sciences au Canada

1. L'enseignement des sciences doit être offert à tous les enfants de l'école primaire.

2. Il faut encourager les jeunes filles à suivre des cours de sciences pendant toute leur scolarité.

3. Il faut concevoir des cours de sciences invitants et stimulants pour les élèves les plus aptes.

4. Les sciences enseignées à l'école doivent refléter précisément l'activité scientifique, ses limitations et son utilisation.

5. La formation scientifique doit traiter des interactions entre sciences, technologie et société.

6. Les élèves ne doivent plus ignorer la contribution canadienne à la science et les incidences de la science sur la société canadienne.

7. Le programme du niveau secondaire devrait comprendre des cours de technologie.

8. Les enseignants et concepteurs de programmes doivent évaluer le progrès des élèves vers la réalisation de *tous* les objectifs de l'enseignement des sciences et non seulement l'acquisition du contenu scientifique.

C'est à l'école que se trouvent actuellement les citoyens et les décideurs de la prochaine génération. Il leur faudra braver un monde que les progrès rapides des sciences et des techniques rendent de plus en plus complexe. Pour s'y intégrer avec succès, ces Canadiens devront être formés, non seulement aux matières de base, les langues et les mathématiques, mais ainsi aux fondements nouveaux de la société contemporaine : les sciences et la technologie.

Notre système d'éducation peut-il réellement satisfaire les besoins de tous en matière de culture scientifique? Chaque élève reçoit-il une formation suffisante en cette matière? Convient-elle à ses besoins propres? Certaines catégories d'élèves, les jeunes filles en particulier, sont-elles négligées? Quels aspects des sciences faut-il enseigner aux jeunes, et comment s'y prendre? Quels sont, en effet, les objectifs visés par l'enseignement des sciences?

C'est pour répondre à ce genre de questions que le Conseil des sciences du Canada a fait réaliser une étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires du Canada, laquelle a duré quatre années. En s'étayant sur un vaste programme de recherches et la consultation de nombreux groupes intéressés, tant au sein du système scolaire qu'à l'extérieur, l'étude a débouché sur la conclusion suivante : il est indispensable de renouveler l'enseignement des sciences, et d'y procéder sans aucun retard.

Dans son Rapport n° 36 : *À l'école des sciences—La jeunesse canadienne face à son avenir*, le Conseil des sciences analyse les conclusions de l'étude et présente des recommandations pour le renouveau de cet enseignement. Ce Rapport se répartit en quatre volets :

- Pourquoi étudier les sciences?
- L'enseignement actuel des sciences.
- Les possibilités de renouveau.
- Les stratégies de mise en œuvre.

Pourquoi étudier les sciences?

La consultation des groupes s'intéressant à l'enseignement des sciences a constitué une part importante de l'étude réalisée à l'initiative du Conseil des sciences : responsables de l'enseignement des sciences aux niveaux ministériel et scolaire, membres des commissions scolaires, parents, élèves et autres intéressés y ont participé. Ce processus a mis en relief un consensus grandissant au sein des participants, dont la plupart ont convenu que l'enseignement des sciences bénéficierait à tous les élèves. Mais une formation scientifique devant convenir aux besoins de chaque élève, ne portera tous ses fruits que :

- si elle lui permet de participer totalement à la société technologique en tant que citoyen éclairé;
- si elle l'aide à poursuivre des études scientifiques ou techniques ultérieures;
- si elle lui facilite l'accès au monde du travail; et
- si elle favorise son épanouissement intellectuel et moral.

La formation scientifique du citoyen éclairé

À l'ère technologique, on doit placer cet objectif de l'enseignement des sciences parmi les plus importants. Les membres de la collectivité doivent appréhender exactement les interactions entre sciences, technologie et société pour garder la maîtrise des forces qui façonnent le monde qui les entoure. Dans de nombreux pays étrangers, les autorités scolaires orientent la formation scientifique en mettant l'accent sur ces interactions entre sciences, technologie et société. Déjà, au Canada, on accorde à cet aspect une attention marquée, et il semble probable qu'il restera l'un des objectifs permanents de l'enseignement des sciences.

La formation scientifique nécessaire à la poursuite des études

De tout temps, la préparation des élèves à l'entrée au collège ou à l'université a été l'une des fonctions premières de l'enseignement secondaire. Les responsables pédagogiques commencent maintenant à en élargir le sens de la formation postsecondaire afin d'y inclure la formation permanente, et se demandent, par conséquent, quelle devrait être la préparation appropriée des jeunes.

La formation scientifique idéale devrait préparer les élèves à s'intéresser aux sciences tout au long de leur vie, et les y encourager. Il faudrait qu'elle soit articulée, non seulement avec l'enseignement des sciences déjà dispensé à l'élève, mais aussi avec celui qu'il suivra à l'avenir, et qu'elle soit coordonnée avec l'enseignement des autres matières. Les élèves ne devraient pas se contenter d'absorber passivement de l'information scientifique mais examiner la science elle-même de façon critique. Dans cette optique, le programme d'enseignement scientifique préparera les élèves à l'éducation permanente, et les aidera à remettre en question leurs propres connaissances.

La formation scientifique au monde du travail

La société a besoin de travailleurs qualifiés, et ceux-ci ont besoin d'emplois. Comme les facteurs technologiques détermineront la carrière de nombreux élèves, ceux-ci doivent apprendre l'influence de la technologie sur la nature du travail, le lieu où il se déroulera et les perspectives de carrière. Il ne faut pas que l'enseignement des sciences se limite à présenter les données scientifiques; il lui faut proposer à l'élève des problèmes réels qu'il pourra résoudre en utilisant ces données de façon créatrice. À l'avenir, bien des emplois exigeront que leur titulaire soit capable d'utiliser l'information disponible, et non simplement de l'apprendre et de la retenir.

La formation scientifique et l'épanouissement personnel

L'enseignement des sciences peut favoriser le développement d'un esprit rationnel chez les élèves et accroître leur capacité d'analyse critique. Comme les sciences sont basées sur la logique et le sens critique (tout comme les lettres et les sciences humaines), leur étude permet aux élèves de développer leurs habiletés d'observation, de classification et de formulation des hypothèses. En outre, comme les concepts scientifiques servent à l'explication de nombreux phénomènes, la formation scientifique permet aux élèves de mieux comprendre le monde qui les entoure et d'en maîtriser certains aspects. Mais si l'on veut qu'elle favorise leur développement intellectuel, il faut qu'elle tienne compte des habiletés et des connaissances que les élèves détiennent avant d'entreprendre leur apprentissage scientifique.

Les orientations actuelles de l'enseignement des sciences

Dans son Rapport : *À l'école des sciences*, le Conseil tire ses conclusions d'une vaste base de données recueillies au cours de quatre années de recherches sur l'enseignement des sciences au Canada.

Le programme de recherches avait été élaboré de façon à porter sur trois étapes du programme d'études scientifiques :

- le programme envisagé, dont les directives d'application prescrites par le ministère de l'Éducation compétent ont été analysées pour chaque province et territoire;
- le programme planifié par les commissions scolaires et les enseignants individuels, et qui a été étudié par le biais d'un sondage auprès des enseignants chargés des cours de sciences et d'une analyse des préfaces des manuels de sciences utilisés;
- le programme enseigné, celui que les élèves suivent en classe, qui a été étudié grâce à l'analyse du contenu de 33 manuels de sciences d'utilisation générale, et à huit études de cas d'enseignement des sciences dans des écoles de chaque région du Canada. (L'étude d'une quatrième étape, celle du programme réellement assimilé par les élèves, aurait exigé une évaluation des résultats obtenus dans les classes de sciences. Comme les divers ministères de l'Éducation estiment que cette évaluation relève de leur propre compétence, le Conseil des sciences a convenu de ne pas analyser ce quatrième palier du programme d'enseignement.)

Le programme envisagé

Les quatre objectifs de l'enseignement des sciences, tels qu'ils sont décrits à la page 2, sont mentionnés par la plupart des guides de programme, sans toutefois que ceux-ci leur assignent un ordre de priorité défini. Bien que ces guides fixent des objectifs portant sur les

interactions entre sciences, technologie, société et monde du travail, les moyens didactiques manquent souvent aux enseignants, tout comme les méthodes d'évaluation de la réalisation de ces objectifs. Le renouveau de l'enseignement des sciences exigera l'élaboration de ces moyens et méthodes pour chacun des objectifs envisagés.

Le programme planifié

En l'absence d'un ordre de priorité assigné aux divers objectifs de l'enseignement des sciences par les responsables des ministères de l'Éducation, ce sont les commissions scolaires et les enseignants qui désignent ceux qu'ils cherchent à atteindre dans les classes de sciences. Le sondage effectué à l'initiative du Conseil des sciences a montré, en général, que les enseignants du primaire et ceux du 1er cycle du cours secondaire favorisaient le développement des habiletés scientifiques et l'acquisition d'une attitude scientifique par leurs élèves, et qu'au 2e cycle les enseignants préféraient les orienter vers l'apprentissage du contenu des sciences. Les cours correspondants ne portent guère sur la technologie, les incidences sociales des progrès scientifiques ou l'histoire des sciences au Canada, habituellement à cause du manque de temps, ou parce que les enseignants considèrent qu'ils n'ont pas la formation universitaire nécessaire pour enseigner ces aspects de la culture scientifique.

Le programme enseigné

L'analyse de 33 manuels de sciences, menée à l'initiative du Conseil des sciences, a montré que la plupart d'entre eux ne mettent l'accent que sur l'apprentissage du contenu des sciences et l'acquisition d'habiletés scientifiques. Quelques manuels utilisés au 1er cycle du cours secondaire traitent aussi des interactions entre sciences, technologie et société; mais la plupart de ceux du 2e cycle portent sur les concepts et les méthodes propres à chaque discipline. Les travaux de laboratoire proposés par ces manuels sont fortement structurés, et les élèves n'ont guère l'occasion d'en débattre en classe.

Les huit études de cas d'enseignement des sciences ont montré le grand décalage existant entre les intentions des responsables ministériels et ce qui se passe vraiment dans la salle de classe. Au primaire, on enseigne les sciences sans disposer, la plupart du temps, de l'appareillage nécessaire, et les responsables n'y assignent que bien rarement une période déterminée. Les professeurs des 1er et 2e cycles du secondaire estiment que le temps disponible ne permet que d'enseigner le contenu des sciences. Leur objectif le plus évident est la préparation des élèves à la formation scientifique ultérieure.

L'étude a mis en évidence un certain nombre de problèmes, tels les suivants :

- la plupart des enseignants du niveau primaire sont mal préparés à l'enseignement des sciences; 75 pour cent d'entre eux n'ont pas suivi de cours de sciences depuis leurs études secondaires;
- pour la majorité des enseignants, les possibilités de perfectionnement sont, soit inexistantes, soit de valeur minime;
- la plupart des élèves féminines abandonnent les cours de sciences dès que cela leur est possible;
- les élèves qui se passionnent pour les sciences, et ceux qui réussissent particulièrement bien, se plaignent du manque d'intérêt des cours de sciences;
- la plupart des épreuves et des examens ne servent qu'à mesurer l'information scientifique acquise par l'élève; ils ne permettent pas d'évaluer la réalisation des autres objectifs qui n'ont donc guère d'importance pour les jeunes.

Les possibilités de renouveau

C'est sur les points forts existants qu'on peut et qu'il faut fonder le renouveau de l'enseignement des sciences. Au cours de l'étude qu'il a fait réaliser, le Conseil des sciences a noté de nombreux exemples innovateurs et réussis d'enseignement des sciences, d'élaboration de programmes et de formation des maîtres (pour ne considérer que ces trois aspects de l'enseignement des sciences) dans chaque province et territoire de notre pays.

En se fondant sur les conclusions de l'étude, le Conseil a mis en évidence huit actions prioritaires pour le renouveau de l'enseignement des sciences. On peut répartir ces actions prioritaires sous trois rubriques :

- une formation scientifique appropriée pour tous;
- une réorientation de l'enseignement des sciences;
- une évaluation constante de l'efficacité de la formation scientifique.

Une formation scientifique appropriée pour tous

Pour assurer que *tous* les jeunes Canadiens obtiennent une éducation scientifique appropriée et de haute qualité, le Conseil des sciences propose trois actions prioritaires :

1. Garantir l'enseignement des sciences dans chaque école primaire. Il faut enseigner les sciences à tous les écoliers du Canada. Il s'agit là d'une politique déjà adoptée, mais qu'il faut maintenant appliquer.

La plupart des enfants, de la maternelle à la fin du cours primaire, ne reçoivent qu'une introduction toute symbolique aux sciences. Comme

cette matière n'est pas enseignée par des spécialistes et que les professeurs ne disposent pas de locaux adéquats et d'une période dans l'emploi du temps des écoliers, elle se trouve reléguée à l'arrière-plan.

Parmi les mesures indispensables, il faut : donner une formation scientifique aux instituteurs et institutrices qui en sont démunis; aider ceux qui enseignent déjà un peu les sciences; fournir l'appareillage et les locaux indispensables; et élaborer le matériel didactique approprié.

2. Accroître le nombre de jeunes filles recevant une formation en sciences.
   Les responsables de cet enseignement devraient prendre les mesures nécessaires pour intéresser les jeunes filles à une formation scientifique ou technologique, et pour multiplier leurs possibilités de l'acquérir.

L'ambiance familiale a beaucoup d'influence sur l'attitude des filles à l'égard des sciences. Cependant, il faudrait que le système scolaire aide, lui aussi, les élèves féminines à acquérir une attitude plus positive en cette matière : le programme d'enseignement des sciences au primaire devrait tenir compte de leur expérience préscolaire, ou de son absence. Il faudrait que les instituteurs évitent les méthodes d'enseignement renforçant les préjugés au sujet du rôle des sexes. L'étude des interactions entre sciences, technologie et société peut mettre en évidence les aspects humains des sciences; il faut que les moyens didactiques, et en particulier les manuels de sciences, décrivent aussi les œuvres des femmes de sciences et des femmes inventeurs; les conseillers en orientation professionnelle pourraient expliquer aux élèves féminines la nécessité de préparer une carrière et leur montrer quelles sont leurs perspectives dans les domaines scientifiques et techniques.

3. Offrir des cours invitants aux élèves les plus aptes et aux « mordus » des sciences.
   On devrait mettre sur pied des programmes d'enseignement encourageant les élèves qui ont du talent ou qui s'intéressent vivement aux sciences et à la technologie, et les engageant à approfondir leurs connaissances.

Certains élèves ont besoin que leur intérêt soit fortement stimulé pour développer toutes leurs potentialités. Les enfants surdoués constituant l'une des ressources humaines les plus importantes de la société, celle-ci ne doit pas les négliger. D'autres élèves éprouvent un vif intérêt pour les sciences, et il faut que le programme d'enseignement les encourage à approfondir leurs connaissances. Les responsables de cet enseignement pourraient mettre sur pied des programmes intensifs à leur intention et même, là où ce serait avantageux, créer des écoles mettant l'accent sur l'enseignement des sciences et de la technologie dans le cadre d'un programme de formation générale.

Réorientation de l'enseignement des sciences

Voici les initiatives que le Conseil des sciences recommande, en vue de réorienter l'enseignement des sciences :

4. Représenter les sciences de façon plus fidèle.
   L'image des sciences et de la technologie présentée aux élèves devrait inclure leurs aspects historiques, sociaux et philosophiques.

L'enseignement de l'histoire des sciences et de la technologie, particulièrement comme elle s'est déroulée au Canada, montrerait aux élèves comment les conditions sociales et politiques valorisent ou défavorisent les activités scientifiques et l'utilisation judicieuse des résultats de la recherche. Cette présentation plus authentique des sciences aiderait les jeunes se destinant à des carrières scientifiques à envisager de façon réaliste leurs activités futures, et les citoyens de demain à être plus pragmatiques dans leurs attentes à l'égard des sciences et de la technologie, et à fonder leurs choix politiques et sociaux sur une connaissance précise de celles-ci.

Finalement, l'étude de l'histoire des sciences fournit l'occasion de méditer sur le savoir scientifique et permet d'inculquer des valeurs morales comme le respect du savoir, la modestie, la persévérance, l'esprit de collaboration, le jugement critique et la recherche de l'excellence.

5. Mettre l'accent sur les interactions entre sciences, technologie et société.
   Il faudrait enseigner les sciences à tous les niveaux scolaires, en mettant l'accent sur les interactions entre sciences, technologie et société, afin d'accroître la culture scientifique de tous les Canadiens.

Le Conseil des sciences est assurément d'avis que les futurs citoyens doivent bien comprendre les sciences et la technologie et connaître leurs incidences sur la société. Cet objectif devrait avoir la priorité à tous les niveaux scolaires.

Il faut que, grâce à leurs expériences dans le monde qui les entoure, les jeunes enfants se familiarisent avec les sciences. Au 1er cycle du secondaire, les élèves commencent à mieux comprendre que les activités scientifiques nécessitent des choix, qui doivent être faits en fonction des préférences personnelles et de l'échelle sociale des valeurs. Au 2e cycle, les élèves s'intéressent aux aspects scientifiques et technologiques des questions d'intérêt public, et aux choix politiques qu'il faut faire a leur sujet.

6. Insérer l'enseignement des sciences dans un contexte canadien.
   L'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires devrait rendre compte de la réalité canadienne. Il faudrait que chacun de leurs élèves connaisse les grandes lignes de l'histoire des sciences et de la technologie au pays, et appréhende l'importance des activités scientifiques et techniques canadiennes à l'échelle locale, régionale et nationale.

Les jeunes Canadiens n'apprennent pratiquement rien des réalisations et de l'impact des sciences dans leur propre pays. Le Conseil est d'avis que les sciences enseignées aux élèves devraient s'inscrire dans le contexte canadien et qu'on devrait présenter leurs aspects historiques et sociaux. Il faudrait que ces jeunes apprennent comment les sciences et la technologie ont contribué à la formation de leur pays, et connaissent les grands traits de leur patrimoine scientifique.

7. Initier les élèves à la technologie.
   L'enseignement de la technologie devrait occuper une place de plus en plus grande dans la formation générale des élèves au niveau secondaire.

Il faudrait que cet enseignement soit mieux adapté aux réalités du monde du travail, non pas sous forme de formation professionnelle ou de formation destinée aux élèves faibles, mais plutôt sous celle de défi intellectuel à tous les élèves. Ceux-ci devraient être sensibilisés à l'utilisation du savoir en vue de satisfaire les besoins de l'Homme, et apprendre les fondements de la technologie.

L'évaluation constante de l'efficacité de la fonction scientifique

Il faut que le public soit convaincu de l'efficacité du système scolaire, afin qu'il soutienne celui-ci. C'est pourquoi le Conseil des sciences propose finalement une huitième action prioritaire :

8. Assurer la qualité de l'enseignement des sciences.
   Il faut élaborer et mettre en œuvre des techniques d'évaluation pour *tous* les objectifs de l'enseignement des sciences, tant pour informer l'élève de ses progrès que pour surveiller, dans les diverses provinces, l'efficacité de cet enseignement.

Lorsque la réalisation de certains objectifs n'est pas mesurée, ils ne sont valorisés, ni par les élèves, ni par les enseignants, ni par le public : c'est là un fait bien connu. La plupart des examens et des épreuves des cours de sciences continuent à porter sur le volume de connaissances scientifiques assimilées par l'élève. Il en résulte que les

professeurs et les élèves considèrent les autres objectifs comme accessoires, et ne s'en occupent que s'ils en ont le temps. Mais, comme le sait chaque professeur, on n'a pas souvent le temps.

Les épreuves doivent être conçues en vue de mesurer la réalisation des divers objectifs, même s'il est difficile de le faire pour certains. D'un intérêt particulier sont les moyens d'évaluation des progrès réalisés par les élèves sur les plans de la créativité, de l'habileté à résoudre les problèmes et de la compréhension des interactions entre sciences, technologie et société.

Les stratégies pour la mise en œuvre des actions prioritaires

Les recommandations ci-dessus constituent l'essentiel des conclusions de l'étude menée à l'initiative du Conseil; mais si les intéressés s'accordent souvent, en principe, sur la nature des changements à apporter aux méthodes d'enseignement (lesquels sont souvent mentionnés dans la politique officielle), ils sont bien difficiles à concrétiser en pratique. Il ne suffit pas de s'accorder sur *ce* qu'il faut faire, car il est nécessaire d'élaborer des stratégies de *mise en œuvre* des changements, grâce à la concertation des efforts de nombreuses personnes et des groupes intéressés. En conséquence, le Conseil des sciences propose 47 initiatives précises pour faciliter le renouveau de l'enseignement des sciences, classées sous sept rubriques différentes.

L'initiative pédagogique des autorités scolaires locales

En fin de compte, ce sont les ministères qui ont la responsabilité de l'enseignement des sciences, et le processus de renouveau doit obtenir leur accord et leur encouragement. Voici quelques-unes des 13 recommandations qui leur sont adressées. Ils devraient :

- accroître jusqu'à 15 pour cent (45 minutes par jour) la proportion de l'emploi du temps des écoliers consacrée aux cours de sciences;
- mettre au point des cours de technologie pour les élèves du secondaire;
- mettre sur pied une banque interprovinciale d'items normalisés; et
- exiger que tous les élèves suivent des cours de sciences jusqu'en onzième année.

L'initiative pédagogique des commissions scolaires et des enseignants

Les commissions scolaires sont chargées de mettre en œuvre les programmes d'enseignement élaborés par leur ministère de l'Éducation, et de faire fonctionner le système scolaire. Le Conseil leur fait cinq recommandations, dont la suivante. Elles devraient :

- ouvrir, là où le nombre d'élèves le justifie, des écoles secondaires de sciences et de technologie.

Les ressources humaines

Le nombre d'enseignants chargés des cours de sciences et la qualité de leur enseignement sont d'importance cruciale. Parmi les 12 recommandations concernant les enseignants et leur formation, citons celles qui portent sur :

- la création de brevets d'enseignement spécialisés;
- la mise sur pied de programmes de perfectionnement des maîtres en fonction des besoins de l'école;
- la meilleure planification de la formation des futurs enseignants dans les universités;
- l'établissement de cours d'été pour le perfectionnement des maîtres du primaire.

Les ressources pédagogiques

Il faut que les enseignants aient les moyens matériels pour accomplir leur tâche. Le Conseil des sciences fait cinq recommandations à ce sujet, dont les suivantes. Il faudrait :

- créer une Fondation canadienne de l'enseignement des sciences et de la technologie, afin qu'elle contribue à l'élaboration du matériel didactique nouveau; et
- créer un Centre de recherche et de développement en enseignement assisté par ordinateur.

Les ressources externes

De nombreux organismes et associations à l'extérieur du système scolaire peuvent soutenir les efforts des enseignants chargés des cours de sciences. Le Conseil fait cinq recommandations à ce propos, dont les suivantes. Il faudrait :

- que l'Administration fédérale patronne la mise sur pied d'un programme national d'information pour sensibiliser la population à la nécessité d'intéresser les jeunes filles à une formation scientifique et technologique; et
- que la Société royale du Canada offre régulièrement des prix d'excellence en enseignement des sciences.

Les ressources de la recherche

Plusieurs recommandations du Conseil devraient faire l'objet de recherches plus poussées. Le Rapport contient trois recommandations à ce sujet, y compris la suivante. Il faudrait :

- mettre sur pied un réseau interprovincial de chercheurs qui étudieraient de nouvelles méthodes d'enseignement, particulièrement au sujet des interactions entre sciences, technologie et société.

Ces stratégies visent surtout à faciliter le renouveau de l'enseignement des sciences en classe. C'est sur l'école que ce renouveau doit s'étayer, et il doit être associé au perfectionnement des enseignants chargés de l'enseignement des sciences, et recevoir l'appui du public et des organismes extérieurs s'intéressant à cet enseignement.

Les 47 recommandations contenues dans le Rapport du Conseil sont concrètes et pragmatiques, et on peut les mettre en œuvre sans délai, afin de donner aux jeunes Canadiens la formation scientifique qui les préparera au monde de demain. Les responsables de l'enseignement ne peuvent agir seuls : c'est seulement dans une atmosphère de collaboration et avec le soutien des intéressés qu'il sera possible de renouveler l'enseignement des sciences.

Nous résumons ci-après le Rapport n° 36 que le Conseil des sciences a publié sous le titre : *À l'école des sciences—La jeunesse canadienne face à son avenir*, à la suite d'une étude de quatre années portant sur l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires.

Cette étude, réalisée avec le concours du Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) et du corps professoral enseignant les sciences, s'est déroulée en trois phases. La première, qui visait à mettre en évidence les questions qui se posent, s'est fondée sur une analyse critique, par des observateurs avertis, du mode actuel d'enseignement des sciences. Les questions cernées ont fourni le thème des efforts de recherche et de délibération qui ont suivi.

La seconde phase, celle des recherches, a compris quatre principaux volets : une analyse des politiques de didactique des sciences suivies dans chaque province et territoire; une analyse de 33 manuels de sciences d'utilisation générale; une enquête réalisée auprès de plus de 4 000 enseignants chargés des cours de sciences; et huit études de cas d'enseignement des sciences dans des écoles de chaque région du Canada. Les résultats de cet effort de recherche constituent une base de données sur l'enseignement des sciences au Canada. Ces données figurent dans l'Étude de documentation n° 52, sous le titre : *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes*.

Au cours de la troisième phase de l'étude (une étape cruciale pour celle-ci), plus de 300 personnes intéressées : responsables des ministères de l'Éducation, autorités scolaires, enseignants, professeurs d'université, chefs d'entreprise, syndicalistes, parents et élèves, ont participé à onze conférences délibératives convoquées pour débattre les orientations futures de l'enseignement des sciences dans chaque province ou territoire respectif. La substance de ces débats et les propositions envisagées pour renouveler l'enseignement des sciences ont fourni au Conseil des sciences le fondement solide qui lui a permis d'élaborer le Rapport n° 36.